

# Keawetan dan Stabilitas Dimensi Papan Partikel Hibrida Bambu-Kayu dengan Perlakuan *Steam* dan Perendaman Panas (*Durability and Dimensional Stability of Hybrid Particleboard of Bamboo-Wood with Steam and Hot Water Immersion Treatment*)

Wahyu Hidayat<sup>1\*</sup>, Intan F Suri<sup>1</sup>, Rahmat Safe'i<sup>1</sup>, Christine Wulandari<sup>1</sup>, Wisnu Satyajaya<sup>2</sup>, Indra G Febryano<sup>1</sup>, Fauzi Febrianto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Jl Sumantri Brojonegoro, Gedung Meneng, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Jl Sumantri Brojonegoro, Gedung Meneng, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Gedung Fahutan IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

\*Penulis korespondensi: wahyu.hidayat@fp.unila.ac.id

## Abstract

Development of bamboo as an alternative material for particleboard production has been increasing due to its fast growth, high productivity, high strength property, and light weight. The aims of this study were to determine the effects of particle pre-treatment on the durability and dimensional stability of particleboard. Particles were made from betung (*Dendrocalamus asper*)/B, jabon (*Anthocepallus cadamba*)/J, and sengon (*Falcataria moluccana*)/S pretreated by steam and hot water immersion. Five combinations of particleboard consisted of three homogenous boards (B-B-B, J-J-J, S-S-S) and two hybrid-particleboards (J-B-J, S-B-S) were manufactured using urea formaldehyde of 10% resin level and target density of 0.6 g cm<sup>-3</sup>. Durability of particleboards was evaluated by grave-yard test and the dimensional stability of particleboards was determined by measuring thickness swelling during a wet-dry cyclic test. The results showed that pre-treatment on particles significantly improved the durability and dimensional stability of the boards, showing lower weight loss and thickness swelling than control boards. Homogenous wood particleboards (J-J-J and S-S-S boards) showed higher weight loss and thickness swelling than bamboo particleboard (B-B-B), combining wood and bamboo particles into *hybrid-particleboards* (J-B-J and S-B-S boards) has improved the durability and dimensional stability of the boards.

**Keywords:** betung bamboo, hot water immersion, jabon, particle board, sengon, steam

## Abstrak

Pengembangan bambu sebagai bahan baku alternatif papan partikel semakin mendapat perhatian karena pertumbuhan bambu yang cepat, produktivitas dan kekuatan yang tinggi, serta bobotnya yang relatif ringan. Penelitian ini mengkaji pengaruh perlakuan pendahuluan partikel terhadap keawetan dan stabilitas dimensi papan partikel. Partikel dari bambu betung (*Dendrocalamus asper*)/B, kayu jabon (*Anthocepallus cadamba*)/J, dan kayu sengon (*Falcataria moluccana*)/S diberi perlakuan pendahuluan penguapan (*steam*) dan perendaman panas. Lima kombinasi papan partikel yang terdiri dari 3 papan homogen yaitu B-B-B, J-J-J, S-S-S dan 2 papan campuran (*hybrid-particleboards*) yaitu J-B-J, dan S-B-S dibuat menggunakan perekat *urea formaldehyde* dengan kadar perekat 10% dan target kerapatan 0,6 g cm<sup>-3</sup>. Pengujian keawetan papan partikel dilakukan melalui uji kubur dan pengujian stabilitas dimensi papan dilakukan melalui pengukuran pengembangan tebal dengan siklus basah-kering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pendahuluan memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan keawetan dan

stabilitas dimensi papan partikel yang ditunjukkan oleh persentase kehilangan berat dan pengembangan tebal yang lebih rendah dibandingkan dengan papan partikel tanpa perlakuan pendahuluan. Papan partikel kayu (J-J-J dan S-S-S) memiliki persentase kehilangan berat dan pengembangan tebal yang lebih tinggi dari papan partikel bambu (B-B-B), pencampuran partikel menjadi *hybrid-particleboards* (J-B-J dan S-B-S) dapat menurunkan persentase kehilangan berat dan pengembangan tebal papan partikel.

**Kata kunci:** bambu betung, jabon, papan partikel, perendaman panas, sengon, steam

## Pendahuluan

Papan partikel merupakan salah satu produk kayu komposit yang terbuat dari partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya yang diikat dengan perekat sintetis maupun organik (Maloney 1993). Teknologi papan partikel mampu mengadaptasi berbagai karakteristik bahan baku kayu mulai dari jenis kayu cepat tumbuh, kayu berkerapatan rendah, hingga limbah industri kayu seperti serbuk gergajian. Pembuatan papan partikel dari kayu rakyat berkerapatan rendah hingga sedang telah dikaji dalam penelitian-penelitian sebelumnya (Febrianto *et al.* 2009, 2010, 2012, Hidayat *et al.* 2011, 2013). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kayu rakyat cocok untuk digunakan sebagai bahan baku papan partikel dengan sifat-sifat fisis dan mekanis yang baik sehingga dapat mendukung peningkatan nilai tambah kayu.

Salah satu masalah yang perlu diantisipasi oleh industri perkayuan di Indonesia saat ini adalah ketersediaan bahan baku kayu (Sulastiningsih *et al.* 2006), sehingga pengembangan bahan baku sebagai alternatif kayu sangat diperlukan. Bambu merupakan bahan berlignoselulosa yang memiliki potensi yang besar sebagai alternatif bahan baku kayu komposit karena pertumbuhannya yang cepat, daur tebang singkat, mudah dibudidayakan, serta sifat kekuatan (terutama keteguhan tarik) yang tinggi (Febrianto *et al.* 2017). Jenis bambu di Indonesia cukup melimpah, yaitu sekitar

160 jenis yang terdiri dari 122 jenis endemik Indonesia dan 38 jenis yang diintroduksi (Widjaya 2012). Bambu mudah dijumpai di pedesaan dan di dalam kawasan hutan, mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi.

Potensi bambu sebagai bahan baku papan komposit telah dikaji penelitian sebelumnya. Bambu dapat menghasilkan papan komposit berupa papan untai berarah dengan sifat fisis dan mekanis yang memenuhi standar *Canadian Standards Association* 047.1 (mutu O-1) untuk papan untai berarah struktural (Febrianto *et al.* 2012, 2015, 2017). Sulastiningsih *et al.* (2006) melakukan penelitian tentang papan partikel dari bambu betung (*Dendrocalamus asper*) dan hasilnya menunjukkan bahwa papan partikel bambu cukup kuat dan stabil serta memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia.

Penelitian tentang papan partikel dari campuran partikel bambu dan kayu sangat terbatas. Melo *et al.* (2014) telah melaporkan produksi papan partikel dari jenis bambu dan kayu endemik di Brazil, sementara penelitian serupa dengan jenis bambu dan kayu yang umum digunakan di Indonesia seperti bambu betung (*D. asper*), kayu jabon (*Anthocephalus cadamba*), dan kayu sengon (*Falcataria moluccana*) belum dilakukan. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan produksi papan partikel dari campuran partikel bambu dan kayu (*hybrid-particleboard*) untuk mengkaji pengaruh kombinasi partikel dan perlakuan

pendahuluan pada partikel terhadap keawetan dan stabilitas dimensi papan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kompatibilitas bambu dengan kayu dan menambah alternatif bahan baku papan partikel.

## Bahan dan Metode

### Bahan dan alat

Penelitian ini menggunakan bahan baku partikel bambu betung (*D. asper*), kayu sengon (*F. moluccana*), dan kayu jabon (*A. cadamba*) dengan kerapatan kayu sengon  $0,44 \text{ g cm}^{-3}$ , kayu jabon  $0,48 \text{ g cm}^{-3}$ , and bambu betung  $0,57 \text{ g cm}^{-3}$ . Perakatan yang digunakan adalah urea formaldehida (UF) dengan kadar padat (*solid content*) sebesar 50,2% yang diperoleh dari PT. Palmolite Adhesive, Indonesia.

Peralatan yang digunakan terdiri atas mesin pembuat partikel (*long disk flaker* dan *hammer mill*), oven, alat *steam* (*autoclave*), timbangan digital, gelas piala, pencampur perekat (*rotary drum* dan *spray gun*), cetakan papan (*former device*), kaliper, mikrometer sekrup, alat kempa panas (*hot press machine*), dan kamera digital.

### Persiapan partikel dan perlakuan pendahuluan

Bambu betung berumur 7 tahun diperoleh dari Arboretum Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Batang bambu dipotong menjadi bilah-bilah berukuran pendek dan dibuang kulit bagian luar dan dalamnya. Kayu jabon dan sengon masing-masing berumur 4 tahun didapat dari hutan rakyat di Desa Cangkurawok, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor. Kayu bulat kemudian dipotong menjadi papan-papan berukuran kecil. Bambu dan kayu yang

telah disiapkan diproses menjadi partikel melalui dua tahapan. Tahap pertama diproses dengan mesin *long disk flaker* yang menghasilkan partikel-partikel yang berukuran relatif besar dan tahap kedua menggunakan mesin *hammer mill* yang menghasilkan partikel-partikel dengan ukuran lebih kecil. Partikel yang dihasilkan kemudian disaring menggunakan saringan berukuran 200 mesh untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam dengan rata-rata ukuran panjang  $\pm 1 \text{ mm}$ . Partikel bambu dan kayu kemudian diberi perlakuan pendahuluan, yaitu: penguapan (*steam*) menggunakan *autoclave* pada suhu  $126 \text{ }^\circ\text{C}$  dengan tekanan  $1,4 \text{ kg cm}^{-2}$  selama 1 jam dan perendaman pada air panas dengan suhu  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Selain itu, partikel tanpa perlakuan pendahuluan juga disiapkan sebagai pembandingan (kontrol). Partikel-partikel bambu dan kayu dikeringkan dalam oven dengan suhu  $70\text{-}80 \text{ }^\circ\text{C}$  selama beberapa hari hingga mencapai kadar air kurang dari 5%. Partikel yang sudah dikeringkan disimpan dalam plastik dan diikat rapat untuk menjaga kadar airnya.

### Pembuatan papan partikel

Prosedur pembuatan papan partikel mengacu pada Febrianto *et al.* (2016). Papan partikel dibuat dengan ukuran  $(30 \times 30 \times 0,9) \text{ cm}^3$  (panjang  $\times$  lebar  $\times$  tebal) dengan target kerapatan sebesar  $0,6 \text{ g cm}^{-3}$ . Lapisan penyusun papan partikel tiga lapis yaitu lapisan atas (*face layer*), tengah (*core layer*), dan bawah (*back layer*) dengan perbandingan 1:1:1 berdasarkan berat setiap lapisan. Lima kombinasi papan dari partikel bambu betung (B), kayu jabon (J), dan kayu sengon (S) yang diproduksi terdiri dari tiga papan homogen, yaitu: B-B-B, J-J-J, S-S-S dan dua papan campuran kayu-bambu (*hybrid-particleboards*), yaitu: J-

B-J, dan S-B-S. Partikel dicampurkan dengan perekat di dalam *rotary drum* menggunakan perekat UF dengan kadar perekat 10% yang dihitung berdasarkan berat kering tanur partikel. Campuran partikel dan perekat disusun dalam cetakan papan (*former device*). Lembaran yang sudah dicetak dikempa menggunakan mesin kempa panas (*hot press machine*). Untuk memperoleh papan dengan target kerapatan  $0,60 \text{ g cm}^{-3}$ , tekanan spesifik yang digunakan sebesar  $20 \text{ kg cm}^{-2}$  dengan suhu  $120 \text{ }^\circ\text{C}$  dan waktu kempa 5 menit. Papan partikel yang telah jadi dikondisikan dengan cara disimpan pada suhu ruangan ( $25\text{-}30 \text{ }^\circ\text{C}$ ) dengan kelembaban relatif 60-65% selama sekitar dua minggu hingga tercapai berat konstan papan.

#### **Pengujian sifat fisis, keawetan dan stabilitas dimensi papan partikel**

Parameter sifat fisis yang diuji meliputi kerapatan dan kadar air papan yang diukur menurut standar JIS A 5908 (2003). Pengukuran kerapatan dan kadar air menggunakan sampel berukuran

( $10 \times 10 \times 0,9$ )  $\text{cm}^3$  dengan cara menimbang berat pada kondisi kering udara dan kering tanur. Untuk mengetahui keawetan papan partikel, dilakukan uji kubur (*graveyard test*) dengan mengikuti prosedur dalam ASTM D 1758-06 (ASTM 1996). Pengujian dilakukan pada lahan datar yang telah dibersihkan di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung mulai Bulan Juni 2018. Kelembaban relatif (RH) selama pengujian berkisar antara 70-85%, suhu rata-rata  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ , dengan jumlah hari hujan 9 hari. Sampel berukuran ( $20 \times 5 \times 0,9$ )  $\text{cm}^3$  ditimbang berat kering tanurnya, kemudian dikubur ke dalam tanah sedalam 15 cm dengan jarak antar sampel 10 cm dengan penempatan sampel dilakukan secara acak (Gambar 1).

Setelah 30 hari penguburan, sampel dikeluarkan dan dibersihkan dari tanah yang menempel. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  selama 24 jam dan diukur berat kering tanur setelah penguburan.



Gambar 1 Uji kubur papan partikel.

Evaluasi dilakukan berdasarkan ASTM D 1758-06 dengan menghitung persentase kehilangan berat. Selain itu penilaian kerusakan secara visual juga dilakukan berdasarkan klasifikasi Sornnuwat *et al.* (1995) sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Persamaan untuk menghitung persentase kehilangan berat adalah sebagai berikut:

$$KB = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\%$$

dengan  $KB$  adalah persentase kehilangan berat (%),  $B_1$  adalah berat kering tanur contoh uji sebelum penguburan (g), dan  $B_2$  adalah berat kering tanur contoh uji setelah penguburan (g). Penilaian kerusakan secara visual dilakukan dengan klasifikasi pada Tabel 1.

Stabilitas dimensi papan partikel dilihat dengan uji pengembangan tebal menggunakan metode siklus basah-kering (*wet-dry cycle*) yang diadaptasi dari Sumardi dan Suzuki (2014) yang terdiri dari lima siklus:

1. Sampel direndam dalam air dengan suhu 20 °C selama 2 jam ( $W_1$ ) lalu dikeringkan dengan oven pada suhu 80 °C selama 24 jam ( $D_1$ ).
2. Sampel direndam dalam air dengan suhu 40 °C selama 2 jam ( $W_2$ ) lalu dikeringkan dengan oven pada suhu 80 °C selama 24 jam ( $D_2$ ).
3. Siklus ketiga sampel uji direndam dalam air dengan suhu 60 °C selama 2

jam ( $W_3$ ) lalu dikeringkan dengan oven pada suhu 80 °C selama 24 jam ( $D_3$ ).

4. Siklus keempat sampel uji direndam dalam air dengan suhu 80 °C selama 2 jam ( $W_4$ ) lalu dikeringkan dengan oven pada suhu 80 °C selama 24 jam ( $D_4$ ).
5. Siklus kelima sampel uji direndam dalam air dengan suhu 100 °C selama 2 jam ( $W_5$ ) lalu dikeringkan dengan oven pada suhu 80 °C selama 24 jam ( $D_5$ ).

Pengembangan tebal untuk setiap siklus dihitung dengan dengan persamaan:

$$PT_i = \frac{TW_i - TD_{(i-1)}}{TD_{(i-1)}} \times 100\%$$

dengan:  $PT_i$  = pengembangan tebal pada siklus ke- $i$  (%)

$TD_{(i-1)}$  = tebal sampel pada siklus kering ke- $(i-1)$ (mm)

$TW_i$  = tebal sampel pada siklus basah ke- $i$  (mm)

$$i = 1, 2, 3, 4, 5$$

### Analisis data

Penelitian menggunakan rancangan percobaan berupa rancangan acak lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari faktor kombinasi partikel dan faktor perlakuan pendahuluan dengan ulangan sebanyak 3 kali.

Tabel 1 Penilaian tingkat kerusakan secara visual

Tingkat	Kondisi sampel	Nilai
A	Kayu utuh (tidak ada serangan)	0
B	Ada bekas gigitan rayap	1-20
C	Serangan ringan berupa saluran-saluran yang tidak dalam dan tidak lebar	21-40
D	Serangan berat berupa saluran-saluran yang dalam dan lebar	41-60
E	Kayu rusak, lebih dari 50% kayu habis dimakan rayap	61-80

Sumber: Sornnuwat *et al.* (1995)

Analisis keragaman (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95% digunakan untuk mengetahui pengaruh faktor. Selanjutnya untuk melihat faktor mana yang memberikan pengaruh nyata dilakukan uji lanjut duncan. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan *ibm spss statistics version 21*.

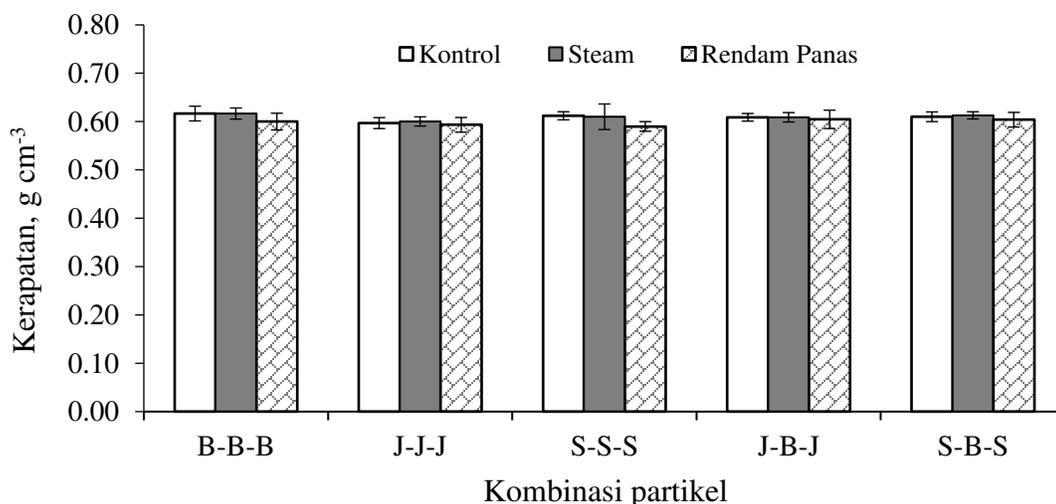
## Hasil dan Pembahasan

### Kerapatan papan partikel

Rasio kompresi atau perbandingan antara kerapatan papan yang dibuat dengan kerapatan bahan baku (partikel) menunjukkan perbedaan yang cukup besar. Rasio kompresi pada papan partikel sengon dan jabon sebesar 1,36 dan 1,25, sedangkan pada papan partikel betung sebesar 1,05. Walaupun demikian, nilai kerapatan papan yang dihasilkan seragam, berkisar antara 0,59-0,61 g cm<sup>-3</sup> (Gambar 2). Hasil analisis statistik juga menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata antar kombinasi partikel maupun perlakuan pendahuluan. Secara keseluruhan nilai kerapatan papan

partikel mencapai kerapatan target sebesar 0,60 g cm<sup>-3</sup> dan memenuhi standar JIS A 5908 (2003) yang mensyaratkan standar kerapatan papan partikel 0,40-0,90 g cm<sup>-3</sup>.

Kerapatan papan partikel merupakan perbandingan antara berat dengan volume yang menunjukkan kekompakan partikel-partikel dalam lembaran papan yang dibentuk. Nilai kerapatan papan dipengaruhi oleh berat jenis bahan yang digunakan, jumlah partikel kayu dalam papan, kadar perekat, dan besarnya tekanan kempa yang diberikan (Bowyer *et al.* 2003). Kerapatan papan merupakan faktor penting yang mempengaruhi sifat-sifat papan partikel. Maloney (1993) menyatakan bahwa peningkatan kerapatan papan umumnya dapat meningkatkan kekuatan papan. Namun papan berkerapatan lebih tinggi memiliki sifat pemesian yang lebih sulit dan biaya produksi yang lebih tinggi per satuan volume jika dibandingkan dengan papan berkerapatan lebih rendah.



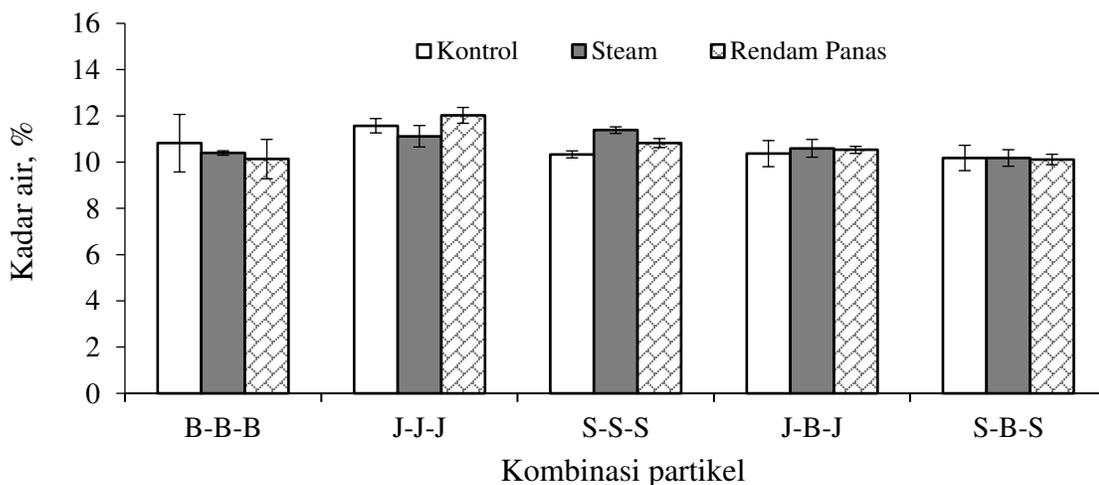
Gambar 2 Nilai rata-rata kerapatan papan partikel pada berbagai kombinasi partikel dan berbagai perlakuan pendahuluan pada partikel.

### Kadar air papan partikel

Kadar air papan partikel menunjukkan kandungan air dalam keadaan setimbang dengan lingkungannya (*equilibrium moisture content*). Nilai rata-rata kadar air papan partikel yang diproduksi berkisar antara 10,11 – 12,02% (Gambar 3). Hasil secara keseluruhan menunjukkan bahwa perlakuan pendahuluan pada partikel menghasilkan papan partikel dengan kadar air yang lebih rendah. Nilai kadar air terendah terdapat pada papan S-B-S dengan perlakuan rendam air panas, sedangkan nilai tertinggi pada papan J-J-J dengan perlakuan rendam panas. Kadar air papan partikel dipengaruhi oleh jenis bahan baku (terutama kerapatan) dan kandungan kadar ekstraktif. Sebagai contoh, jabon (sebagai bahan baku papan J-J-J) memiliki kerapatan lebih rendah daripada bambu betung sehingga menunjukkan kadar air yang lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian Metsä-Kortelainen *et al.* (2006) yang menunjukkan kecenderungan serupa. Rendahnya kadar air papan dengan perlakuan perendaman panas berhubungan dengan hilangnya beberapa

bahan ekstraktif karena terlarut dalam air selama proses perendaman (Iswanto *et al.* 2010). Maloney (1993) menyatakan bahwa keberadaan zat ekstraktif dapat menyebabkan sifat ketahanan air yang buruk sehingga pengeluaran bahan ekstraktif dapat menurunkan kadar air kesetimbangan papan partikel yang diproduksi.

Secara umum, papan partikel kayu homogen (J-J-J dan S-S-S) memiliki nilai kadar air yang cenderung lebih tinggi dibandingkan papan partikel homogen bambu (B-B-B). Pencampuran partikel kayu dan bambu menjadi *hybrid particleboards* (J-B-J dan S-B-S) memberikan pengaruh positif terhadap penurunan kadar air papan. Menurut Febrianto *et al.* (2017) dan Widiyanto (2011), kerapatan bambu yang tinggi memaksimalkan proses pengempaan pada saat pembuatan papan partikel, mengoptimalkan penetrasi perekatan sehingga dapat menurunkan kadar air papan partikel. Nilai kadar air papan secara keseluruhan memenuhi Standar JIS A 5908 (2003) yang mensyaratkan nilai kadar air papan partikel harus berkisar 5-13%.



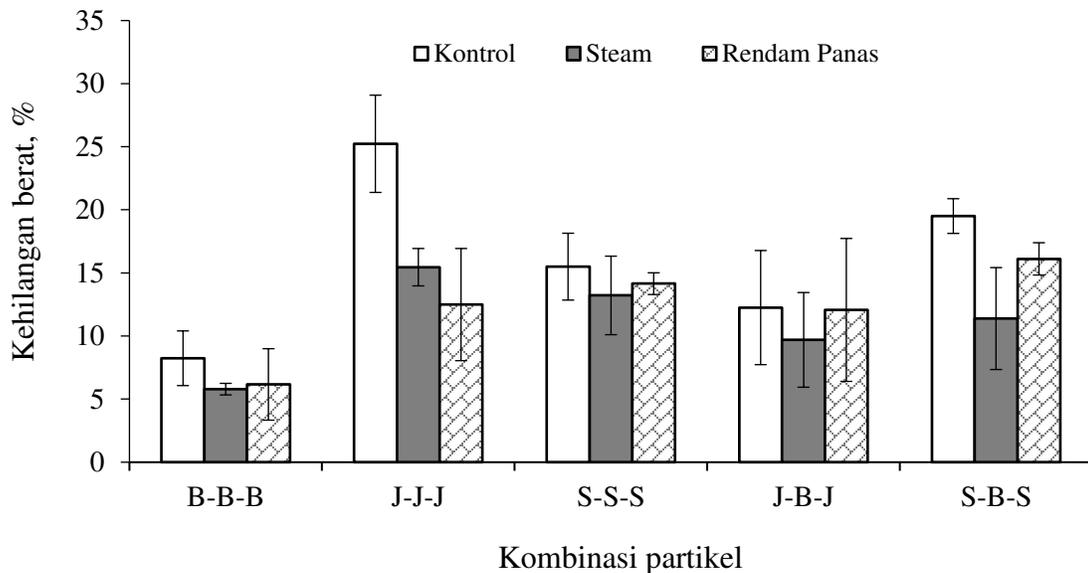
Gambar 3 Nilai rata-rata kadar air papan partikel pada berbagai kombinasi partikel dan berbagai perlakuan pendahuluan pada partikel.

### Keawetan papan partikel

Keawetan atau ketahanan papan partikel dilihat berdasarkan persentase kehilangan berat dan kerusakan papan partikel setelah uji kubur (*grave-yard test*). Hasil penelitian menunjukkan nilai persentase kehilangan berat papan partikel berkisar antara 5,79 – 25,23% sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4. Persentase kehilangan berat yang rendah menunjukkan keawetan atau ketahanan papan yang baik terhadap serangan rayap tanah. Secara umum, perlakuan pendahuluan berupa *steam* terhadap partikel menghasilkan persentase kehilangan berat yang paling kecil. Menurut Hidayat *et al.* (2013), proses *steam* terhadap partikel mengakibatkan terlarutnya senyawa ekstraktif pada partikel sehingga meningkatkan penetrasi perekat dan menghasilkan kualitas rekatan yang lebih baik dibandingkan dengan partikel tanpa perlakuan pendahuluan. Febrianto *et al.* (2017) menyatakan bahwa selama proses

*steam* bambu, gula-gula bebas pada bambu dapat dirombak menjadi furan intermediet dan selanjutnya menjadi furan resin sehingga menambah ketahanan terhadap rayap tanah.

Papan homogen kayu (J-J-J dan S-S-S) menunjukkan persentase kehilangan berat yang jauh lebih besar dibandingkan dengan papan homogen bambu (B-B-B). Pencampuran menjadi *hybrid-particleboard* kayu dan bambu mampu menurunkan persentase kehilangan berat atau meningkatkan keawetan papan. Zat ekstraktif yang terdapat pada bambu diduga lebih bersifat racun dibanding yang terdapat pada kayu sengon dan jabon. Menurut Febrianto *et al.* (2014), keawetan alami kayu ataupun bambu sangat dipengaruhi oleh kadar zat ekstraktifnya. Berdasarkan standar SNI 01.7207-2006 juga menjelaskan bahwa bambu betung tergolong ke dalam kelas awet 2 yang artinya tahan serangan rayap tanah.



Gambar 4 Nilai rata-rata persentase kehilangan berat papan partikel pada berbagai kombinasi partikel dan berbagai perlakuan pendahuluan pada partikel.

Penurunan persentase kehilangan berat yang drastis terutama terlihat pada papan homogen jabon (J-J-J) dikombinasikan dengan bambu (J-B-J). Hasil analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan pendahuluan dan kombinasi partikel memberikan pengaruh nyata terhadap nilai persentase kehilangan berat papan.

Penilaian kerusakan visual papan partikel setelah uji kubur ditampilkan pada Tabel 2. Nilai rata-rata kerusakan visual papan partikel hasil penelitian berkisar antara 2,3-43,5 dengan persentase kerusakan terendah terdapat pada papan B-B-B dengan perlakuan *steam* sedangkan persentase kerusakan tertinggi terdapat pada papan J-J-J tanpa perlakuan atau kontrol. Hasil penilaian kerusakan papan partikel secara visual sejalan dengan hasil pengukuran kehilangan berat papan partikel setelah uji kubur yang menunjukkan bahwa perlakuan pendahuluan berupa *steam* terhadap partikel menghasilkan persentase kehilangan berat yang paling kecil. Hasil analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan pendahuluan memberikan

pengaruh nyata terhadap tingkat kerusakan papan partikel.

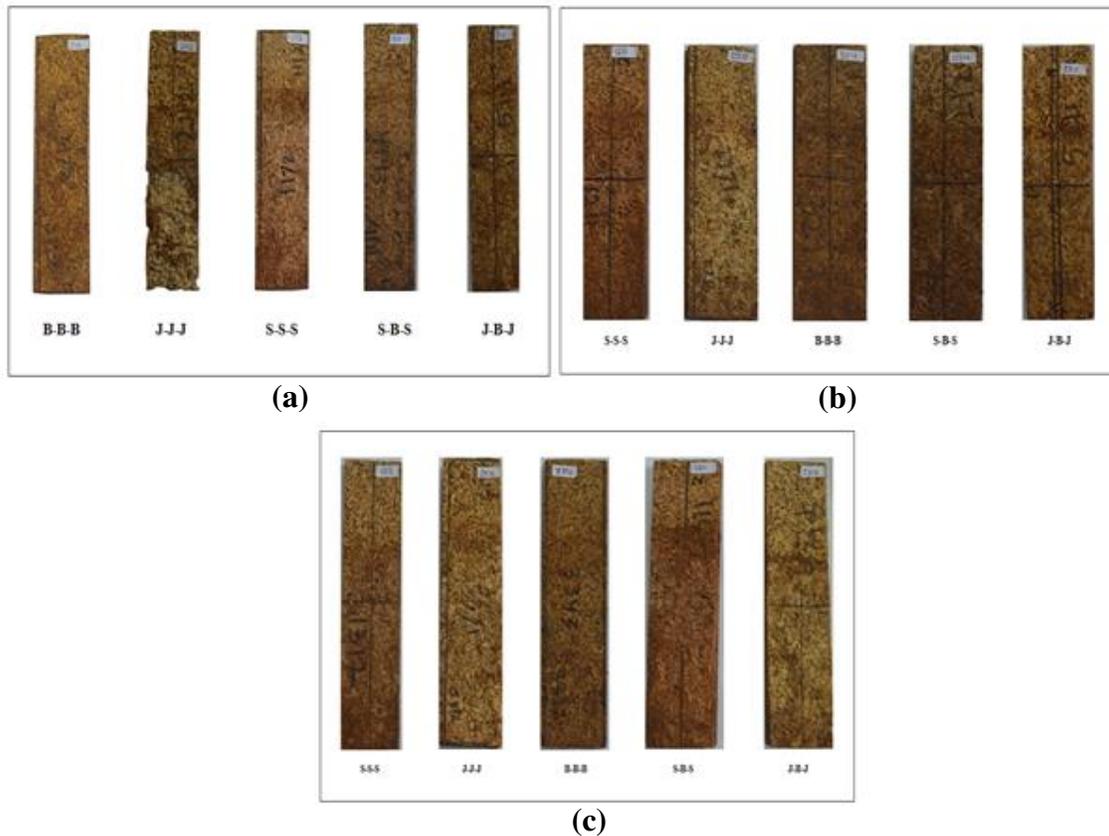
Papan partikel kayu jabon (J-J-J) tanpa perlakuan pendahuluan memiliki tingkat kerusakan jauh lebih tinggi dibandingkan papan partikel bambu (B-B-B) dan sengon (S-S-S). Nilai kerusakan papan J-J-J mencapai 43,5 yang termasuk ke dalam kerusakan tingkat D atau terkena serangan berat berupa saluran-saluran yang dalam dan lebar. Pencampuran partikel jabon dan bambu menjadi *hybrid particleboard* (J-B-J) menunjukkan penurunan tingkat kerusakan secara signifikan. Perbandingan kerusakan visual pada papan partikel homogen kayu dan bambu ditunjukkan pada Gambar 5.

Keawetan kayu dipengaruhi oleh beberapa faktor yang sangat penting seperti kandungan zat ekstraktif, umur pohon, bagian dalam kayu, kecepatan tumbuh, tempat kayu dipakai, jenis organisme perusak kayu dan faktor lingkungan kayu ditempatkan (Muslich & Rulliaty 2013). Menurut Priadi dan Maretha (2015), pengujian uji kubur yang biasanya dilakukan di lapangan bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti cuaca, kelembaban dan suhu.

Tabel 2 Nilai rata-rata kerusakan visual papan partikel pada berbagai kombinasi partikel dan berbagai perlakuan pendahuluan pada partikel

Kombinasi papan partikel	Rata-rata nilai kerusakan visual papan partikel		
	Kontrol	<i>Steam</i>	Rendam panas
BBB	6,30 <sup>A</sup> (1,10)	2,33 <sup>A</sup> (1,26)	6,00 <sup>A</sup> (1,80)
JJJ	43,5 <sup>C</sup> (1,80)	8,00 <sup>B</sup> (1,32)	16,83 <sup>A</sup> (15,75)
SSS	8,83 <sup>A</sup> (0,76)	6,67 <sup>B</sup> (1,76)	5,83 <sup>A</sup> (0,58)
JBJ	22,83 <sup>B</sup> (11,03)	8,17 <sup>B</sup> (1,26)	19,33 <sup>A</sup> (17,90)
SBS	7,50 <sup>A</sup> (0,76)	7,50 <sup>B</sup> (1,32)	5,83 <sup>A</sup> (1,53)

Keterangan: Data merupakan nilai rata-rata hasil pengukuran tiga sampel. Angka dalam kurung adalah standar deviasi. Nilai rata-rata dalam satu kolom tabel yang diikuti oleh huruf kapital yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antar kombinasi papan berdasarkan hasil Uji Duncan pada tingkat kepercayaan 95%.



Gambar 5 Kerusakan visual akibat serangan rayap pada papan partikel pada berbagai kombinasi partikel dan berbagai perlakuan pendahuluan pada partikel: (a) papan kontrol, (b) papan dengan perlakuan *steam*, (c) papan dengan perlakuan perendaman panas.

### Stabilitas dimensi papan partikel

Stabilitas dimensi papan partikel dapat dilihat melalui pengujian pengembangan tebal papan yang menunjukkan perubahan dimensi papan berupa pertambahan ketebalan. Uji pengembangan tebal dilakukan dengan menggunakan metode siklus basah-kering (*wet-dry cycle*) yang terdiri dari 5 siklus basah dan kering. Hasil uji pengembangan tebal secara lengkap disajikan pada Tabel 3.

Hasil uji pengembangan tebal setelah perendaman dalam air dengan suhu 20 °C selama 2 jam ( $W_1$ ) menunjukkan bahwa pada papan partikel tanpa perlakuan pendahuluan (papan kontrol), papan

homogen bambu (B-B-B) memiliki nilai pengembangan tebal 8,10%, sedangkan papan kontrol lainnya memiliki nilai di atas 12%. Dengan kata lain, untuk papan kontrol hanya papan B-B-B saja yang memenuhi standar JIS A 5908 (2003) yang mensyaratkan nilai pengembangan tebal maksimal 12% untuk uji pengembangan tebal 2 jam. Kerapatan bambu yang tinggi dibandingkan dengan kayu jabon dan sengon memaksimalkan proses pengempaan pada saat pembuatan papan partikel sehingga mengoptimalkan penetrasi perekatan dan mengurangi pengembangan tebal (Febrianto *et al.* 2017, Widiyanto 2011).

Tabel 3 Nilai rata-rata pengembangan tebal papan partikel pada berbagai kombinasi partikel dan berbagai perlakuan pendahuluan pada partikel

Kombinasi	Perlakuan	Pengembangan tebal, %									
		W1	D1	W1	D2	W3	D3	W4	D4	W5	D5
B-B-B	Kontrol	8,10 (0,30)	0,54 (0,00)	20,60 (1,37)	1,40 (0,00)	24,80 (0,16)	2,70 (0,01)	29,92 (0,46)	4,85 (0,01)	35,60 (0,16)	7,82 (0,34)
	Steam	5,10 (0,27)	0,53 (0,00)	12,30 (0,14)	1,34 (0,27)	19,50 (0,27)	2,25 (0,21)	24,92 (0,56)	3,64 (0,22)	28,30 (0,16)	4,55 (0,39)
	Panas	6,30 (1,05)	0,49 (0,28)	17,80 (1,74)	1,12 (0,17)	22,00 (0,37)	2,10 (0,17)	26,60 (2,94)	4,05 (0,17)	31,80 (0,46)	5,85 (0,06)
J-J-J	Kontrol	17,24 (0,22)	0,77 (0,00)	23,50 (0,87)	1,76 (0,01)	30,40 (0,50)	3,44 (0,00)	31,50 (0,33)	6,16 (0,45)	39,20 (0,36)	9,37 (0,42)
	Steam	8,15 (0,59)	0,42 (0,00)	10,40 (0,00)	1,24 (0,24)	17,60 (0,26)	2,07 (0,20)	20,30 (0,29)	3,73 (0,25)	28,60 (0,31)	6,22 (0,25)
	Panas	12,53 (2,39)	0,45 (0,01)	14,80 (0,19)	1,35 (0,01)	21,50 (0,90)	2,47 (0,30)	24,10 (1,18)	4,26 (0,30)	33,10 (1,27)	7,09 (0,49)
S-S-S	Kontrol	17,11 (1,03)	0,50 (0,40)	20,38 (0,60)	1,35 (0,50)	28,27 (1,58)	3,15 (0,47)	35,64 (0,64)	6,98 (0,66)	44,66 (0,70)	10,98 (0,80)
	Steam	4,68 (2,60)	0,40 (0,00)	12,80 (1,50)	1,28 (0,10)	16,40 (1,00)	2,17 (0,11)	16,10 (0,52)	4,76 (0,28)	25,00 (0,60)	7,14 (0,50)
	Panas	6,78 (0,53)	0,40 (0,00)	17,11 (0,50)	1,30 (0,00)	22,80 (4,45)	2,65 (0,01)	24,10 (5,61)	5,24 (0,28)	35,90 (0,70)	7,81 (0,30)
J-B-J	Kontrol	18,6 (0,95)	0,45 (0,00)	21,00 (0,11)	1,30 (0,06)	25,30 (0,32)	2,98 (0,12)	30,10 (0,09)	4,50 (0,56)	34,20 (0,42)	7,32 (0,20)
	Steam	5,94 (1,33)	0,44 (0,00)	15,20 (1,45)	1,05 (0,08)	19,10 (0,21)	1,97 (0,16)	22,20 (1,15)	3,04 (0,27)	27,90 (0,22)	4,22 (0,31)
	Panas	7,59 (1,82)	0,41 (0,05)	14,90 (0,55)	1,06 (0,05)	21,80 (0,15)	2,12 (0,08)	23,00 (0,59)	3,94 (0,13)	29,90 (0,22)	5,56 (0,13)
S-B-S	Kontrol	18,7 (1,80)	0,60 (0,10)	21,40 (0,57)	1,37 (0,06)	25,00 (0,37)	2,54 (0,12)	28,42 (2,14)	5,50 (0,10)	34,77 (0,40)	7,42 (0,10)
	Steam	7,83 (0,69)	0,40 (0,20)	18,80 (0,79)	1,12 (0,32)	19,02 (0,27)	2,01 (0,32)	25,28 (0,28)	3,40 (0,40)	27,96 (0,30)	5,59 (0,20)
	Panas	8,44 (2,49)	0,40 (0,00)	17,30 (1,00)	1,06 (0,01)	22,45 (0,87)	2,04 (0,01)	26,17 (1,06)	4,20 (0,30)	31,31 (0,90)	5,98 (0,30)

Keterangan: Data merupakan nilai rata-rata hasil pengukuran tiga sampel. Angka dalam kurung adalah standar deviasi.

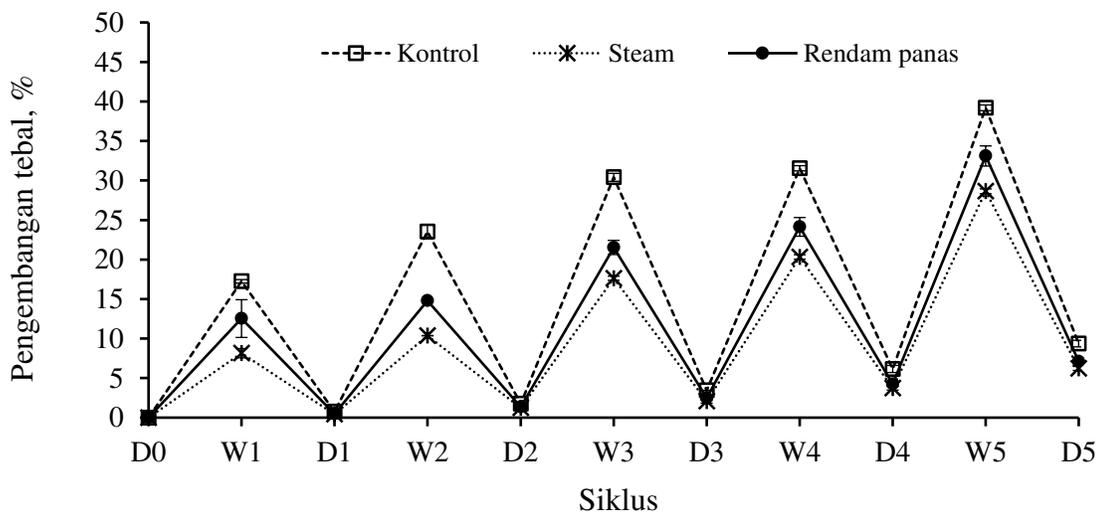
Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa perlakuan pendahuluan mampu meningkatkan stabilitas dimensi papan. Hasil serupa juga diperoleh beberapa penelitian sebelumnya yang menjelaskan bahwa perlakuan panas melalui perendaman panas dan *steam* terhadap bahan baku produk kayu komposit meningkatkan penetrasi perekat ke dalam kayu sehingga celah untuk masuknya air dan uap air lebih terbatas sehingga meningkatkan stabilitas dimensi produk (Iswanto *et al.* 2010, Maulana *et al.* 2017). Seluruh papan partikel dengan perlakuan *steam* memiliki nilai pengembangan tebal 2 jam yang memenuhi standar JIS A 5908 (2003).

Perlakuan panas juga meningkatkan stabilitas dimensi papan. Semua papan dengan perlakuan rendam panas dapat memenuhi standar JIS A 5908 (2003), kecuali papan homogen jabon (J-J-J) yang memiliki nilai pengembangan 2 jam sedikit di atas nilai ambang batas (12,53%).

Hasil uji pengembangan tebal pada siklus basah W<sub>2</sub>, W<sub>3</sub>, W<sub>4</sub>, dan W<sub>5</sub> pada papan homogen jabon (J-J-J) menunjukkan kecenderungan yang sama dengan siklus pertama (W<sub>1</sub>), dimana papan partikel dengan perlakuan pendahuluan memiliki nilai pengembangan tebal yang lebih kecil dibandingkan dengan papan kontrol

(Gambar 5). Tren yang sama juga terjadi pada kombinasi papan partikel lainnya. Hasil analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan pendahuluan memberikan pengaruh nyata terhadap pengembangan tebal papan partikel. Secara keseluruhan, papan partikel dengan perlakuan pendahuluan *steam* memiliki nilai pengembangan tebal lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan rendam panas dan kontrol. Penelitian Maulana *et al.* (2017) menunjukkan hasil yang sama dan menurut penelitian tersebut, perlakuan pemanasan dengan *steam* menjadikan papan partikel bersifat hidrofobik sehingga mengurangi kecenderungan partikel menyerap air. Penelitian menggunakan kayu solid juga menunjukkan bahwa perlakuan panas berpengaruh nyata terhadap sifat higroskopis kayu sehingga menyebabkan kadar air, daya serap air, dan pengembangan tebal kayu menurun (Hidayat *et al.* 2015, Hidayat *et al.* 2016, Hidayat *et al.* 2017a, 2017b, 2017c).

Pengembangan tebal pada siklus basah terakhir ( $W_5$ ) menunjukkan bahwa nilai pengembangan terbesar terdapat papan homogen sengon (S-S-S) sebesar 44,66%, disusul oleh papan homogen jabon (J-J-J) sebesar 39,20%, dan papan homogen betung (B-B-B) sebesar 35,60%, dimana ketiganya merupakan papan kontrol. Produksi *hybrid particleboards* (papan J-B-J dan S-B-S) menurunkan pengembangan tebal papan sengon dan jabon dengan nilai pengembangan tebal sebesar 34,20% untuk papan J-B-J dan 34,77% untuk papan S-B-S. Hal ini sama dikarenakan karena kerapatan yang tinggi terdapat pada bambu mampu memaksimalkan penetrasi perekat sehingga mengurangi pengembangan tebal pada papan campuran atau *hybrid particleboards* (Febrianto *et al.* 2017; Widiyanto 2011). Analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% juga menunjukkan bahwa kombinasi partikel memberikan pengaruh nyata terhadap pengembangan tebal papan partikel.



Gambar 5 Nilai rata-rata pengembangan tebal papan J-J-J tanpa perlakuan pendahuluan pada berbagai siklus basah-kering (*wet-dry cycle*).

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perlakuan pendahuluan terhadap partikel bambu dan kayu mampu meningkatkan keawetan dan stabilitas dimensi papan partikel bambu dan kayu. Peningkatan keawetan dan stabilitas dimensi papan melalui perlakuan *steam* cenderung lebih besar dibandingkan dengan perlakuan rendam panas. Papan partikel homogen kayu jabon dan sengon memiliki stabilitas dimensi dan keawetan yang lebih rendah dibandingkan papan partikel betung. Produksi papan partikel hibrida dari kombinasi bambu dan kayu mampu meningkatkan stabilitas dimensi dan keawetan papan partikel kayu. Hasil penelitian menunjukkan kombinasi bambu dengan kayu memiliki potensi yang cukup baik untuk dikembangkan menjadi bahan substitusi papan partikel kayu.

## Daftar Pustaka

- [ASTM] American Society for Testing and Materials. 1996. ASTM D 1758-96: Standard test method of evaluating wood preservatives by field test with stake. USA.
- Bowyer JL, Shmulky, Haygreen JG. 2003. *Forest products and wood science an introduction. Fourth Edition*. Iowa: Iowa State University Press.
- Febrianto F, Endriadilla DR, Nawawi DS. 2016. Sifat fisis dan mekanis papan partikel bambu betung dengan perlakuan perendaman asam asetat. *JITKT*. 14(1): 23-38.
- Febrianto F, Royama LI, Hidayat W, Bakar ES, Kwon JH, Kim NH. 2009. Development of oriented strand board from acacia wood (*Acacia mangium* Willd): Effect of pretreatment of strand and adhesive content on the physical and mechanical properties of OSB. *J Korean Wood Sci. Technol.* 37(2): 121-127.
- Febrianto F, Hidayat W, Samosir TP, Lin HC, Soong HD. 2010. Effect of strand combination on dimensional stability and mechanical properties of oriented strand board made from tropical fast growing tree species. *J Biol. Sci.* 10(3): 267-272.
- Febrianto F, Hwee SP, Man CK, Hidayat W. 2012. Properties enhancement of rubber wood particleboard laminated with low density polyethylene (LDPE) resin. *JITKT*. 10(2): 186-194.
- Febrianto F, Sahroni, Hidayat W, Bakar ES, Kwon GJ, Kwon JH, Hong SI, Kim NH. 2012. Properties of oriented strand board made from betung bamboo (*Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer ex Heyne). *Wood Sci. Technol.* 46(1): 53-62.
- Febrianto F, Gumilang A, Maulana S, Purwaningsih A. 2014. Natural durability of five bamboo species against termites and powder post beetle. *JITKT*, 12(2), 146-156.
- Febrianto F, Jang JH, Lee SH, Santosa IA, Hidayat W, Kwon JH, Kim NH. 2015. Effect of bamboo species and resin content on properties of oriented strand board prepared from steam-treated bamboo strands. *Bioresour*, 10(2): 2642-2655.
- Febrianto F, Sumardi I, Hidayat W, Maulana S. 2017. *Papan untai bambu berarah: Material unggul untuk komponen bahan bangunan struktur*. IPB Press. Pp. 174.
- Hidayat W, Sya'bani MI, Purwawangsa H, Iswanto AH, Febrianto F. 2011. Effect of wood species and layer structure on physical and mechanical

- properties of strand board. *JITKT*, 9(2): 134-140.
- Hidayat W, Carolina A, Febrianto F. 2013. Physical, mechanical, and durability properties of OSB prepared from CCB treated fast growing tree species strands. *JITKT*, 11(1): 55-61.
- Hidayat W, Jang JH, Park SH, Qi Y, Febrianto F, Lee SH, Kim NH. 2015. Effect of temperature and clamping during heat treatment on physical and mechanical properties of okan (*Cylicodiscus gabunensis* [Taub.] Harms) wood. *Bioresour*, 10(4): 6961-6974.
- Hidayat W, Qi Y, Jang JH, Febrianto F, Lee SH, Kim NH. 2016. Effect of treatment duration and clamping on the properties of heat-treated okan wood. *Bioresour*, 11(4): 10070-10086.
- Hidayat W, Qi Y, Jang JH, Park BH, Banuwa IS, Febrianto F, Kim NH. 2017a. Color change and consumer preferences towards color of heat-treated Korean white pine and royal paulownia woods. *J Korean Wood Sci. Technol.*, 45(2): 213-222.
- Hidayat W, Qi Y, Jang JH, Febrianto F, Kim NH. 2017b. Effect of mechanical restraint on the properties of heat-treated *Pinus koraiensis* and *Paulownia tomentosa* woods. *Bioresour*. 12(4): 7539-7551.
- Hidayat W, Qi Y, Jang JH, Febrianto F, Kim NH. 2017c. Effect of mechanical restraint on drying defects reduction in heat-treated okan wood. *Bioresour*, 12(4): 7452-7465.
- Iswanto AH, Febrianto F, Wahyudi I, Hwang WJ. 2010. Effect of pre-treatment techniques on physical, mechanical and durability properties of oriented strandboard made from sentang wood (*Melia excelsa* Jack). *J. Faculty of Agric. Kyushu Univ.* 55(2): 371-377.
- Maloney, T.M. 1993. *Modern Particleboard & Dry Process Fiberboard Manufacturing*. San Fransisco: Miller Freeman Inc.
- Maulana S, Busyra I, Fatrawana A, Hidayat W, Sari RK, Sumardi I, Wistara NJ, Lee SH, Kim NH, Febrianto F. 2017. Effects of steam treatment on physical and mechanical properties of bamboo oriented strand board. *J Korean Wood Sci. Technol.*, 45(6): 872-882.
- Melo RR, Stangerlin DM, Santana RRC, Pedrosa TC. 2014. Physical and mechanical properties of particleboard manufactured from wood, bamboo and rice husk. *Materials Research*, 17(3): 682-686.
- Metsa-Kortelainen S, Antikainen T, Viitaniemi P. 2006. The water absorption of sapwood and heartwood of Scots pine and Norway spruce heat-treated at 170°C, 190°C, 210°C and 230°C. *Holz. Roh-Werkst.* 64: 192-197.
- Muslich, M. dan Rulliaty, S. 2013. Keawetan lima puluh jenis kayu terhadap uji kuburan dan uji di laut. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 31(4): 250-257.
- Priadi T, Maretha SD. 2015. Sifat keawetan dan fisis-mekanis kayu kecapi dan rambutan setelah perlakuan pemanasan minyak sebagai upaya peningkatan mutu kayu ramah lingkungan. *JITKT*, 13(2): 146-160.
- Sulastiningsih IM, Novitasari, Turoso A. 2006. Pengaruh kadar perekat terhadap sifat papan partikel bambu. *JPHH*, 24(1): 1-8.

- Sumardi I, Suzuki S. 2014. Dimensional stability and mechanical properties of strandboard made from bamboo. *Bioresour*, 9(1): 1159-1167.
- Widiyanto A. 2011. Kualitas papan partikel kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) dan bambu tali (*Gigantochloa apus* Kurz) dengan perekat likuida kayu. *JPHH*, 29(4): 301-311.
- Widjaya EA. 2012. The utilization of bamboo: At present and for the future. Proceeding of International Seminar Strategies and Challenges on Bamboo and Potential Non-Timber Forest Products (NTFP) Management and Utilization. 23-24 November 2011, Bogor, Indonesia. Research and Development Center for Forest Productivity Improvement. Bogor, Indonesia. Pp. 79-85.
- Riwayat naskah  
Naskah masuk (*received*): 6 Oktober 2018  
Diterima (*accepted*): 28 November 2018